

预应力钢混叠合梁的施工工艺和关键技术研究

黄怡顺

柳州市城市投资建设发展有限公司 广西 柳州 545001

【摘要】：预应力钢筋砼复合钢筋的构造型式，有其节约钢筋、低高度、高强度、高可靠性的优势，如强度高、抗疲劳特性好、强度平稳、节约大量模具和支架等。在工程施工中，要进行全流程科学管理，注意现代信息技术的使用，以掌握结构工程的基本特点，并运用常规的施工方式和简便的施工工艺以达到最佳的工程结构特点。针对预应力钢混叠合梁构件自重轻、容易运行、投入小的优点，结合施工实际，对其施工工艺和技术作一阐述，并为其有更多的施工应用经验。

【关键词】：钢混叠合梁；施工工艺；关键技术

引言

近年来，我国继续大力推进公路桥梁建设，在世界范围内取得了显著成效。苏通长江大桥、青岛胶州湾大桥、香港珠海澳门跨海大桥等桥梁工程已建成投入使用，已成为中国桥梁史上的又一个里程碑。单靠混凝土结构或钢结构桥梁无法满足人们的需求。在此背景下，钢-混凝土组合梁顺应历史潮流，得到了迅速发展，并逐渐成为桥梁建设的主力军。钢-混凝土组合梁形式的桥梁既具有混凝土桥和钢结构桥的优点，又克服了混凝土桥和钢结构桥的许多缺点，满足了新世纪桥梁建设的需要，符合桥梁向大跨度、高性能方向发展，符合国际先进技术的发展趋势，具有显著的技术经济效益和社会效益，具有广阔的发展前景。

预应力钢-混凝土组合梁是一种跨度大、建筑高度小的桥梁结构。它兼具混凝土桥和钢桥的特点。该桥结构受力状况良好，充分发挥了混凝土抗压性能好、钢材抗拉强度高的特点。施工周期短，操作简单，施工期间基本不影响既有交通。不仅满足桥梁结构的功能要求，而且具有良好的技术经济效益。它常用于施工难度大、交通流量大、跨度大的桥梁工程中。根据受力特点，一般分为简支钢-混凝土组合梁和预应力连续钢-混凝土组合梁。结合凤凰岭大桥工程，重点研究预应力钢-混凝土组合梁的施工技术和关键技术。

1 工程概况

凤凰岭大桥于2018年11月开工建设，主桥设计为“风雨桥”桥型，全长1.57千米，跨径布置为 $(96+124+3 \times 130+90)m=700m$ ，桥宽为46.6m，双向六车道。主梁为等截面分离双箱钢混叠合梁，梁高6.5m。主桥设计极具侗族传统建筑特色，每个墩顶位置设置桥塔，塔间以桥廊相接；塔与廊均采用钢结构形式。桥墩上的桥塔采用单塔布置，歇山亭（四边五层）放在桥头，渐进的是六角亭（六边七层），中间最高的八角亭（八边七层）。单个桥塔于机动车道与非机动车道之间设置钢柱，与桥面相接。

该桥是目前国内跨径最大的钢-混凝土组合梁桥，其中难度最大就是钢箱梁顶推施工，钢箱梁全长700米，总重量达到1.8万吨，共设计55个节段，采用最大顶推跨度130米的步履式顶推施工方案。



图1 凤凰岭大桥实景图

2 施工工艺

2.1 钢箱梁的施工

2.1.1 钢箱梁制作

钢板横梁制作工序包括五节二十件，即 $25m+18m+22m+18m+25m=108m$ ，全部在车间内集中加工制造。钢板箱横梁布置采取了1:1的计算机放样方式，并在同一纵向构件每米增加1mm的焊接收缩补偿。另外，焊缝材质的选取可通过焊缝工艺分析进行判断。图2展示了组件的整体焊接顺序。



图2 焊接顺序

2.1.2 钢箱梁检测

钢箱梁检测主要包括两个方面：

(1) 理化检验材料到厂后按规定对材料进行理化检验。

(2) 无损检验钢柱结构上的所有焊缝，均应当在焊接后二十四小时内完成无损检验，同时在焊缝前后均应当通过了外观检验。

所有焊缝质量都必须符合《公路桥涵施工技术规范》的要求，未涉及的问题必须满足《对接焊声检测》(GB11345-89)和《钢焊缝射线照相及底片分类法》(GB3323-87)的一级规范。全部焊缝连接均为I级焊缝，百分之一百超声检验和百分之十X射线取样。角焊缝主要连接于腹板单元层、楼板与上翼子板间。隔板层与底板间的所有角连接焊缝均按国家II类焊缝规范生产，磁粉检验则按《钢制压力容器磁粉探伤》(JB3965-85)规定进行。

2.1.3 涂装检测

零件表面的除锈方法和再除锈等级必须与产品设计中使用的涂层兼容。涂覆时间、涂层厚度等均须满足产品设计要求。涂层的工作环境、气候、温度和相对湿度必须满足涂层产品尺寸的要求。如果对产品尺寸没有特殊要求，温度必须在5°C到38°C之间，相对湿度必须至少为85%。但是，如果零件表面结露，则不应涂漆，并且在涂漆后4小时内不得过度湿润。

2.1.4 技术要点和质量控制

必要时应实施技术要点和质量控制。

(1) 不可以切削钢板，只可以氧-乙炔火焰切割，最好使用精密切削或手动切断。

(2) 生产特殊钢板样品时，需要仔细考虑刨边的加工速度和焊接压缩比。为便于与主要构件有效衔接，通常要求型钢的轧压方向必须与该部位的主应力方向相同，而腹板的纵向拼接焊缝一般则置于主受力部位。

(3) 在涂刷之前，必须按照生产厂家所推荐的工艺参数，仔细核实了涂料品种、质量和施工现场。涂装前，应当除去钢铁表层的毛刺、

焊渣和粉尘,并且镀层断裂等级也应当满足《锈蚀等级和钢表面锈蚀等级》(GB8923-88)中规定的Sa2.5等级。

(4)根据设计高度正确控制各临时桥墩的高度与位移,并合理估计吊机、挂环、钢丝绳高度与吊装地点之间的相应位移距离,并通过部分重量确定,同时根据建筑条件、周围的地质条件与建筑周边环境合理选用吊装作业方法,以确保吊装作业的安全。

2.2 钢箱梁吊装作业

起吊钢箱梁时,应注意以下几点:

(1)本工程有20个钢箱数,最大重量为43t。受施工场地和交通影响,采用380吨汽车吊装,吊点位置通过设计计算确定。

(2)钢箱梁吊装前,应对各孔的位移、顶高、中心线、范围进行复测。钢箱梁误差在允许范围内可以吊装。

(3)当起吊时,在钢梁上及下面均不能有人站立。因此,由于钢箱梁的四边均为拉绳所控制,非直接参与缠绕作业或参加吊挂作业的人,不得进入缠绕工作范围。

(4)钢梁的起吊、提升和降落速度必须均匀平稳,严禁急刹车延误和踩踏。

(5)钢梁吊装要求牢固可靠,并提供临时固定设备。经过检查和安全检查后可以选择挂钩。

(6)在钢梁拼装吊挂时,通过观察支撑的强度、刚性和位移,检测钢梁拼装环的承载力和变形状况。一旦出现问题,必须及时处理。

2.3 无收缩预应力混凝土桥面板施工

2.3.1 钢箱梁外翼板支架

由于桥下交通繁忙,钢箱梁的外翼板采用悬臂法。钢梁吊装完毕调整后,桥面翼板底面由特制的三角桁架支撑(间隙60cm)。施工时用吊篮保证安全,工人站起来给钢梁的三角桁架上螺栓。三角形桁架的侧面装有可调节支架,以调节桥面的形状。安装三角桁架或模具时,必须用绳子固定,防止坠落或桥下车辆危险。

2.3.2 绑扎钢筋

1)预制混凝土板用作钢梁桥面板上的模具。调整完成后,马上组织人员按照设计图设计的钢筋种类和尺寸进行钢筋绑扎。绑扎好的钢筋设置足够的支撑,确保钢筋位置准确,浇注砼时不能疏松或变形。同时为了保证加固层的厚度达到工程设计要求,还应当在新加固层与既有处理层之间设有相应数量和强度的垫块。钢筋直径和引道间设有保护层垫块,垫片间的缝隙不得超过五十厘米。钢筋焊接接头需要现场取样,需要进行力学测量和测试,测量结果需要证明。

2)截面钢筋沿桥梁方向竖向布置,竖向钢筋沿长度方向焊接,以改善抗拉和耐折弯的特性。钢筋捆扎应尽量用大剪力栓钉扎在一起,以提高钢筋捆扎网保护层的厚度,并避免在施工路面层时钢筋捆扎网因施工和水泥卸载的因素而下沉。钢丝网保护层厚度若过大,混凝土的铺设易断裂。在钢筋与捆扎网接头完毕后,再次清洗钢梁的拼装表面,以防止产生焊渣等污物。

3)预应力管与钢绞线的施工。波纹管的铺设,应当严格地根据工程设计中所给定通道的坐标部位加以固定。与用以加固波纹管的定位钢柱间的空隙,应当小于或等于五十厘米。定位钢筋绑扎管必须与桥面钢筋绑扎处连接紧密。与管子对齐的钢筋直径也必须绑扎紧密,且

参考文献:

- [1] 王志春,朱丰军,贾宇倩.高速铁路钢混凝土叠合梁的顶升工艺研究[J].低碳世界,2019,9(04):186-187.
- [2] 胡景.研究大跨度整体现浇混凝土叠合梁桥面板关键技术[J].低碳世界,2019,9(09):279-280.
- [3] 邓志深.超宽钢混凝土叠合梁施工关键技术研究[J].铁道建筑技术,2020(11):101-104+159.
- [4] 彭昆.大尺寸钢混凝土叠合梁桥面板预制施工关键技术[J].珠江水运,2021(07):48-49.

间隔距离不得超过五十厘米,并避免管子的高低、前后移动。纸接管接头必须使用内衬海绵的套管,并用胶带缠绕牢固,防止浇注混凝土时水泥浆漏入管内。

2.3.3 无收缩预应力混凝土桥面板浇筑

采用商品砼,内部混凝土泵必须采用混凝土泵车泵送,而外部混凝土泵应该采用过路泵,以降低对道路的影响。但一般来说,砼浇筑施工顺序必须由输出部分向另一端,从低至高重叠。插入式振捣设备可以用来紧密地浇筑砼,以避免漏震,但施工时也应当注意防护波纹管。在桥面做好了砼的高度限制后,沿桥横向安装了四根钢筋标高桩,利用水平钢筋直径将砼整平,并使其保持水平不移动。在浇筑砼和浇筑水泥之后对孔道进行拉膛试通以保证预应力张拉施工。

2.3.4 混凝土养生

混凝土的强度等级较高,但水灰比大,易于形成裂纹。箱梁砼施工结束后,要进行铺设塑料布和土工布,并洒水保护。

2.3.5 预应力张拉施工

混凝土强度超过百分之一百后,预应力张拉就必须根据原设计规定的顺序完成。采取张力双控方式,同时测定实际伸长值,与理论伸长值的比较偏差限制在6%。理论伸长值按《城市桥梁工程施工技术规范》(DBJ01-46-2001)第6.5条规定计算。

2.3.6 关键技术要点和质量控制

施工、技术需求和质量控制如下:

1)临时支架搭设,需进行荷载计算,充分考虑地面沉降、支架变化、设计预留拱度。

2)在架设临时支撑和安放砂盒时,既要充分考虑和满足在钢箱梁架设后,拆除水平承重体系和临时支撑的方便性,同时还必须采取相应的安全措施,以避免砂盒在安放钢箱梁时因水平应力的影响而移动。

3)严格控制仪器的架设高度,以确定钢箱梁的形状和拱度,并注意施工和设计的焊接条件,以确定焊接的高度和宽度。

4)钢箱梁在装载、运输和吊装过程中,必须采取措施避免撞击、变形、碰撞、损坏等。

5)对钢梁高强度螺栓使用扭矩法拧紧,并采用带有扭力仪的力矩扳手,从而防止了缺陷和过度拧紧。

6)为了避免平面定位误差和轴线偏差,有必要在分段吊装法施工时进行观测。

7)钢桥梁吊装工作完成后,必须对预拱度进行复核,以测量钢箱的纵横梁高度,避免出现承压板转角挠度和跨中挠度等问题。

8)施工前要做好无收缩混凝土的配合比设计,特殊工种要检查张拉端的抗剪强度爪和钢筋混凝土,张拉和浇筑时的加卸载速度要适宜。同时严格控制钢梁的后缩值,监测钢筋混凝土组合梁张拉前后的拱度变形,避免变形过大影响铺装层的正常结构。

3 结语

钢混凝土叠合梁是一类新的预应力砼结构,它具备桥梁设计和施工的一种新的结构,安装工艺复杂,技术要求较高,同时又有高强度、轻质和抗拉能力强等优势。也因为其施工工期较短、对现有交通条件无影响或具备较良好的技术经济效益,在中长距离桥梁工程和市政工程项目中得以广泛应用。